

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

(54) DIAMOND SAW

(11) 61-293770 (A)

(43) 24.12.1986 (19) JP

(21) Appl. No. 60-133591

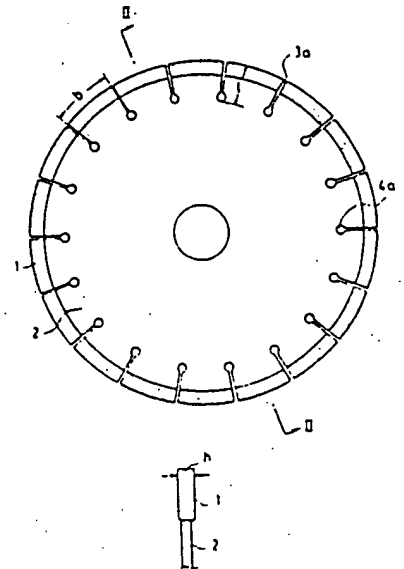
(22) 19.6.1985

(71) GOEI SEISAKUSHO K.K. (72) TAKAHIDE KOTANI

(51) Int. Cl. B24D5/12

**PURPOSE:** To make it possible to cut such tough material as stone concrete, ceramics, and so on efficiently by providing a saw with a grinding layer made of heat-resistant bond other than copper alloy mixed with diamond particles and slit grooves of nearly zero in width.

**CONSTITUTION:** The outer peripheral edge of a wheel base plate 2 made of carbon tool steel is equally divided into 18 sections making each slit groove 3a nearly zero in width and is provided with a cutting layer 1 of a bond composed of mainly Co, Ni, Fe, and so on, mixed with diamond particles of approximately 30~40 mesh (average;  $420\mu$ ). The thickness  $h$  shall be a little larger than that of the wheel base plate 2. Since the bond is composed of mainly Co, Ni, Fe, and so on, the saw thus produced comes to have such great value of stress even at the temperature of  $450^{\circ}\text{C}$  while in use that any of the tip sections is not removed. And each slit groove 3a is made so minute as to be nearly zero in width that diamond particles and matrices may be prevented from removal due to the breakage caused by impacts.



⑨ 日本国特許庁(JP)

⑩ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

昭61-293770

⑮ Int. Cl.

識別記号

庁内整理番号

⑬ 公開 昭和61年(1986)12月24日

B 24 D 5/12

6902-3C

審査請求 有 発明の数 1 (全6頁)

⑭ 発明の名称 ダイヤモンドソー

⑰ 特 願 昭60-133591

⑱ 出 願 昭60(1985)6月19日

⑯ 発 明 者 小 谷 孝 秀 呉市仁方西神町22-16

⑰ 出 願 人 株式会社 呉英製作所 広島県豊田郡安芸津町大字小松原字新開576

⑱ 代 理 人 弁理士 磯野 道造

明 細 書

1. 発明の名称

ダイヤモンドソー

2. 特許請求の範囲

(1) 鋼等から形成されるホイール基板に外周にダイヤモンドを混入する切削層を設け、放射状のスリット溝を介し、上記切削層を複数等分に分割形成してなるダイヤモンドソーにおいて、上記切削層を銅合金以外の耐熱性のあるボンド材料にダイヤモンドを混入したものから形成すると共に、上記スリット溝をほとんど零に形成することを特徴とするダイヤモンドソー。

(2) 上記ボンド材料がコバルト(Co)、ニッケル(Ni)、鉄(Fe)を主成分とするものから形成されることを特徴とする特許請求の範囲第1項に記載のダイヤモンドソー。

3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

本発明はダクタイル鑄鉄の如き靱性の高い材料を切削するに好適なダイヤモンドソーに関するも

のである。

(従来の技術)

従来、ダイヤモンドソーは主に非金属材料、特に石材、コンクリート、セラミック等の切削に使用されていた。第3図にその形状の一例を示す。

すなわち、ホイール基板2の外周縁部には切削層1が設けられ、外径D(図示では12")を形成する。切削層1およびホイール基板2はスリット溝3(図示では3mm巾)により複数等分(図示では18等分)に分割され、チップ状に形成される。スリット溝3の切削層1側はテーパ状に広がり(図示ではテーパ端が6mmに形成される)、その根元部には応力集中を防止するための丸穴4(図示では直径7mm)が形成される。なおスリット溝3は切削時に衝撃力を受けて被切削材を衝撃破損せしめて切削を行うために形成されるものである。

また図示では切削層1は半径方向の長さが5.5mmないし6.0mmに、厚み寸法は第4図に示す如く、2.5mmに形成される。

従来一般に使用される切削層 1 は鋼合金等からなるボンド材料に人造ダイヤモンドを混入せしめたものから形成され、ホイール基板 2 も第一表に示す如き機械的性質を有する炭素工具鋼から形成されていた。

第 1 表 (a)

化 学 成 分					熱処理	
C	Si	Mn	P	S	焼 入	焼 戻
%						
0.80 0.90	0.35 以下	0.50 以下	0.030 以下	0.030 以下	830 ° 860 ° 油冷	480 ° 500 °

第 1 表 (b)

引 張 試 験				かたさ試験
耐 力	引張強さ	伸 び	絞 り	かたさ
kg/mm <sup>2</sup>	kg/mm <sup>2</sup>	4号, 7号 試験片	4号 試験片	H B
85 以上	110 以上	8 以上		340 401

第 3 表 (a)

等 級	引張り強さ kg/mm <sup>2</sup>	降伏点 kg/mm <sup>2</sup>	伸 び %
90-65-02	67-74	49-53	2.5-5.5
80-60-05	59-67	46-49	5.5-10
60-45-15	46-53	35-42	17-23
80-60-00	59-67	46-53	1-3

第 3 表 (b)

等 級	ブリー硬度 H B	状 態	備 考
90-65-02	225-265	焼放し	素地バーライト、高力耐 摩耗性大
80-60-05	195-225	"	素地フェライト、バーラ イト混合強さ粘り併有
60-45-15	140-180	焼放し	フェライト地、最大の延 性切削性
80-60-00	230-290	焼放し	高Mn, P、延性にとほしい 耐衝撃性

(1) 使用初期を過ぎて切味がややにぶると、摩擦熱が大となり切削層 1、ホイール基板 2 の温度上昇が生じ、ダイヤの抱き性が低下する。これにより切削性が低下し、切味が劣化してホイール基板 2 に過大応力が生じ切削層 1 のチップ部の先端の衝撃応力が

上記の如きダイヤモンドソーで石材等を切削する場合は特に問題はないが、第 2 表に示す如きグク  
タイル鋳鉄（第 3 表には球状黒鉛鋳鉄のアメリカ規格を示す）を切削する場合には下記の如き不具合があった。

第 2 表

種類	記 号	引 張 り 試 験			かたさ (HB)
		耐 力 (kg/mm <sup>2</sup> )	引張り強さ (kg/mm <sup>2</sup> )	伸 び (%)	
1 種	FCD 40	20以上	40以上	15以上	121-197
2 種	FCD 45	30以上	45以上	10以上	143-217
3 種	FCD 50	35以上	50以上	7 以上	170-241
4 種	FCD 60	40以上	60以上	2 以上	207-285
5 種	FCD 70	45以上	70以上	2 以上	229-321

増大し、結果としてチップ部に欠損が生じる。

(2) 上記欠損により、チップ部の先端応力がさらに増大し、ホイール基板 2 が変形し、上記チップ部が更に破損されると共にホイール基板 2 に疲労割れが生ずる。以上の如く、従来のダイヤモンドソーでは高韧性材の切削ができないため、金鋸、ファインカット（キンブレタイプ等）を用いていたが、切削時間が極めて多くかかり、問題とされていた。

（発明が解決しようとする問題点）

第 3 図および第 4 図に示す如き、従来のダイヤモンドソーで、第 3 図に示す如く、深さ 10 mm の切削を行う場合の発生応力等についてまず説明する。

ダイヤモンドソーの回転数  $N$  を 5000 r.p.m.、送り速度  $S$  を 1000 mm/min とする。

上記により 1 回転当りの平均切削量は 
$$\frac{1000}{5000 \times 0.2} = 0.2 \text{ mm}$$
 となり、1 つのチップ部当りでは 
$$\frac{1.8}{0.01} = 180$$
 となる。スリット溝 3 の切削作用のない部分の送り量は単位当り 
$$\frac{0.01}{b+6} = \frac{0.01}{47.2+6} = 0.0002 \text{ mm}$$
 となる（ $b$  は第 3 図に示すチップ部の弧長）。

第 5 図に示す如く、切削時寸法  $m$ （約 1 mm ないし

第4表

材 質	$E_f$	$C_f$
エレクトロン	17.6	23.8
黄銅	7.64	71
ニッケルクローム鋼	5.05	367
鋼	5.07	
鋳鋼	6.7	176
鋳鉄	7.4	

2mm)の部分で上記0.0002mmに相当する変位が生じ、応力集中が生じたとすると、その部分に生ずる衝撃応力 $\sigma_1$ は下記の値となる。

$$\sigma_1 = E \cdot \epsilon = \frac{0.0002}{1 \sim 2} \times 20 \times 10^3 = 2 \text{ kg/mm}^2 \sim 4 \text{ kg/mm}^2. \text{ ここで } \epsilon \text{ は歪を表示する.}$$

次に、切削層1に生ずる平均の切削抵抗Fを求める。切削抵抗は主分力、送り分力、背分力とあるが、主分力が最も大のため、これを求めると下式の如くなる。

$$F = f \cdot A = \frac{C_f}{E_f \sqrt{A}} \cdot A$$

ここで $f = \frac{C_f}{E_f \sqrt{A}}$ 、 $C_f$ は加工物の材質および真のスクイ角度 $\theta$ から求められる定数で第6図に示す。 $E_f$ は主に加工物の材質から求められる定数で第4表に示す。 $A$ は切くす面積である。また第6図に記載する必要動力Hは下式により求められる。

$$H = \frac{FV}{4500}$$

ここでVは削り速度で $\pi DN$ で求められる。

のものを切削する場合には摩擦熱により切削層1が温度上昇し、切味が劣化し、後記する如く大きな応力が負荷され、切削層1が欠損する不具合が生ずる。

そこで本発明は上記不具合を解決し、強靱性材を効率的に切削し得るダイヤモンドソーを提供せんとするものである。

(問題点を解決するための手段)

本発明はこのために、鋼等からなるホイール基板の外周縁部に鋼合金以外の耐熱性のあるボンド材料にダイヤモンドを混入せしめてなる切削層を形成すると共に、放射状に形成されて上記切削層を複数等分のチップ部に分割するためのスリット溝の幅寸法をほとんど零に形成しているダイヤモンドソーをその手段としたものである。

(実施例)

以下、本発明の実施例を図面に基づき説明する。

第1図に示す如く、ダイヤモンドソーは第1表に示した炭素工具鋼等からなるホイール基板2の外周縁部に切削層1を設けたものから形成される。放射状に18等分に形成されるスリット溝3aの溝幅は

以上によりスクイ角度 $\theta = 90^\circ$ とし、 $C_f = 80$ ないし100とすると、切削抵抗Fは下式の如くなる。

$$F = \frac{7.4 \sqrt{10 \times 2.5}}{80 \sim 100} \cdot 10 \times 2.5 = 5.5 \sim 6.8 \text{ kg}$$

従って平均切削応力 $\sigma_2$ は下記により求められる。

$$\sigma_2 = \frac{F}{47.2 \times 2.5} = 0.5 \sim 0.6 \text{ kg/mm}^2$$

第7図は上記衝撃応力 $\sigma_1$ と平均切削応力 $\sigma_2$ とを表示するもので、1つのチップ部には衝撃応力 $\sigma_1$ を最高とし、この値から平均切削応力 $\sigma_2$ に到るまでの応力 $\sigma$ が負荷されることになる。

以上により切削層1に負荷される応力 $\sigma$ は比較的低い、上記した如くダクタイル鋳鉄の如き強靱性

ほとんど零に形成される。またスリット溝3aの根元部には応力集中防止のための丸穴4aが形成される。第2図は切削層1の断面寸法を表示するもので、適宜の半径方向の長さ $a$ と厚み $h$ を形成し、該厚み $h$ はホイール基板2の厚みより若干厚く形成される。

切削層1のボンド材料は、鋼合金以外のもの、例えばコバルト(Co)、ニッケル(Ni)鉄(Fe)等を主成分としたものからなり、切削層1は上記ボンド材料に人造ダイヤモンドを多数個混入したものから形成される。

使用ダイヤモンドの粒度は30meshないし40mesh(平均420 $\mu$ )で、1粒のダイヤモンドの体積は0.0004cbc(直径0.42mm)、1粒のダイヤモンドの重量は0.00014grとすると1000mm<sup>3</sup>(cc)当りの粒数は1429粒となる。

集中度20%(0.88ct/cbc)の場合には1258粒(1429 $\times$ 0.88)となり、ダイヤモンドとダイヤモンド間の距離は $\frac{10}{\sqrt[3]{1258}} = 0.93 \text{ mm}$ となる。従って切削層1のチップ部の弧長を47mmとし、厚み $h$ を3.5mmとすると、周方向のダイヤモンド数は $\frac{47}{0.93}$

$\times 18 = 910$  粒となる。

上記した如く回転数  $N$  を  $5000\text{rpm}$  とし、送り速度  $S$  を  $1000\text{mm/min}$  とすると 1 回転当りの切削量は  $0.2\text{mm}$  となり、1 チップ部当り  $\frac{910 \times 0.2}{0.93} = 196$  粒が作動することになる。また厚み方向はダイヤモンド直径  $0.42\text{mm}$  で  $h = 3.5\text{mm}$  から  $8.3$  軌路となり  $196 \times 8.3 = 1627$  粒のダイヤモンドが全周で作動する。

次にダイヤモンド 1 粒当りの切込量を  $\alpha$  とすると、下式の如くなる。

$$\alpha = \frac{S}{V \cdot (n)} \sin \beta$$

ここで  $(n)$  は円周単位長さ当りの作動ダイヤモンド粒数である  $((n) = \frac{12 \times 25.4 \times \pi}{196} = 0.2 \text{ 粒/mm})$ 。

また  $\beta$  は  $D = 12$  のダイヤモンドソーで  $10\text{mm}$  切込んだときの切削層 1 の接する中心角度を示す ( $\beta = 21^\circ$  となる)。

よって  $\alpha = \frac{12 \times 25.4 \times \pi \times 5000 \times 0.2}{12 \times \pi \times 25.4} \sin 21^\circ = 0.0004\text{mm}$  となる。また 1 粒のダイヤモンドの作動する長さは  $\frac{360}{21} = 17.14\text{mm}$  となるため、1 回転当りのダイヤモンドの仕事量  $U$  は下式により求

で、焼戻し下部限界温度  $450^\circ\text{C}$  においてアームコ鉄は  $20\text{kg/mm}^2$  の引張り強さを有するが、黄銅の場合は  $0$  ないし  $5\text{kg/mm}^2$  と極めて低い値となる。

切削層 1 とホイール基板 2 の接合部では熱影響が認められるが切削層 1 そのものは硬度測定値から判断して上記焼戻し温度以下に保持されると見てよい。

切削層 1 に生ずる応力  $\sigma$  は上記の如く  $0.5\text{kg/mm}^2$  から  $4\text{kg/mm}^2$  程度のものであるが、黄銅の場合は、これを下回る引張り強さとなる。更に第 11 図に各材料における温度 (横軸) と 1000 時間ラプチュア強度 (縦軸) を表示するが、黄銅 (Brass) は焼戻し温度  $450^\circ\text{C}$  では  $0$  値となる。

従って、切削層 1 の強度が不足し、チップ部の先端が欠損し、チップ部間の距離が次第に広がり  $10\text{mm}$  ないし  $15\text{mm}$  にもなる。このため切削層 1 に負荷される応力が更に増加する (衝撃応力として  $9\text{kg/mm}^2$  ないし  $50\text{kg/mm}^2$  推定)。

従って切削層 1 が更に破損すると共に、ホイール基板 2 も強度不足となり、疲労割れが生ずることになる。

める。

$$U = 0.0004 \times 56 \times 1627 = 36.5\text{mm}^3$$

上記仕事量  $U$  は直径  $D = 12$  の厚み  $h = 3.5\text{mm}$  のダイヤモンドで  $10\text{mm}$  深さを切込んで  $0.2\text{mm}$  の切削を行う場合の簡単な計算と一致する。

すなわち簡単な計算による仕事量  $U$  は

$$U = \frac{12 \times 25.4 \times \pi}{360} \times 0.2 \times 3.5 = 39.4\text{mm}^3$$

って上記のダイヤモンドに関する条件が裏付けされる。

次に上記形状のダイヤモンドソーで強靱性のダクタイル鋳鉄等を切削し得る理由を説明する。

第 1 表に示す炭素工具鋼のホイール基板 2 は  $85\text{kg/mm}^2$  の耐力を有し、弾性限界強度をその 3 分の 1 の  $28\text{kg/mm}^2$  としても、ホイール基板 2 は十分の強度を有し、変形しないはずである。

一方、第 8 図、第 9 図はボンド材料として使用されるアームコ鉄の温度 (横軸) と引張り強さ ( $\text{kg/mm}^2$ ) および伸び (%) (縦軸) を示し、第 10 図は黄銅 (Zn) の場合の温度 (横軸) と引張り強さ ( $\text{kg/mm}^2$ ) および絞り (%) (縦軸) に示したもの

なる。

これに対し、本実施例の場合には、ボンド材料に  $\text{Co}$ 、 $\text{Ni}$ 、 $\text{Fe}$  等を主成分とするものを使用し、第 11 図に示す如く、これ等は  $450^\circ\text{C}$  において極めて大きな応力値を有する。

従って、上記の如く、チップ部の欠損が生ずることなく、切味の劣化も防止される。

一方、本実施例はスリット溝 3 a をほとんど零とし、チップ部の衝撃破損によるダイヤモンドおよびマトリックスの欠損を防止すべくしている。強靱性材の場合は従来技術の如く衝撃によって被切削材を切削すると、極めて大きな衝撃力が負荷され、切削層 1 が欠損する恐れがあるからである。

次に第 1 図に示すチップ部の座屈荷重  $P$  を求める。オイラーの理論公式によれば  $P = \frac{n \pi^2 E I}{l^2}$

で求められる。

$$l = 24\text{mm}, I = \frac{b h^3}{12} = \frac{47 \times 2^3}{12} = 31 \text{ とすると}$$

$$P = \frac{\pi^2}{4} \left( \frac{20 \times 10^3 \times 31}{24^2} \right) = 2656\text{kg}$$

応力  $\sigma$  を  $4\text{kg/mm}^2$  とすると負荷  $P$  は次の如くなる。

$P_1 = 4 \cdot b \cdot h = 4 \times 47 \times 2 = 376 \text{ kg}$   
 よって  $\frac{P}{P_1} \times 100 = 700\%$  となり十分安全となる。

以上のことから本実施例の如く形成されたダイヤモンドソーによれば切削層1、ホイール基板2の欠損、疲労破損がなく、強靱性材を切削することができる。なお本実施例は説明の都合上、ダイヤモンドソーの各部の寸法を決めて説明したが、各部寸法は上記のものに限るものでなく、用途に応じ他の寸法のものが同様に採用される。

またボンド材料はC、Ni、Feに限定するものでなく、第11図に示す如く銅合金以外のものは1000時間ラプチュア強度が高いため、ボンド材料として使用し得る。

(発明の効果)

以上の説明によって明らかな如く、本発明によれば、強靱性材を効率的に切削加工し得る効果が上げられる。

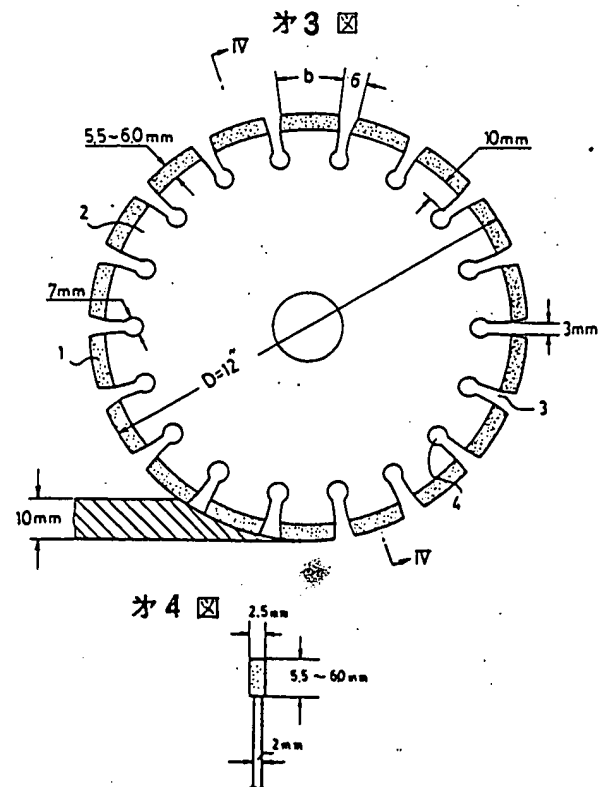
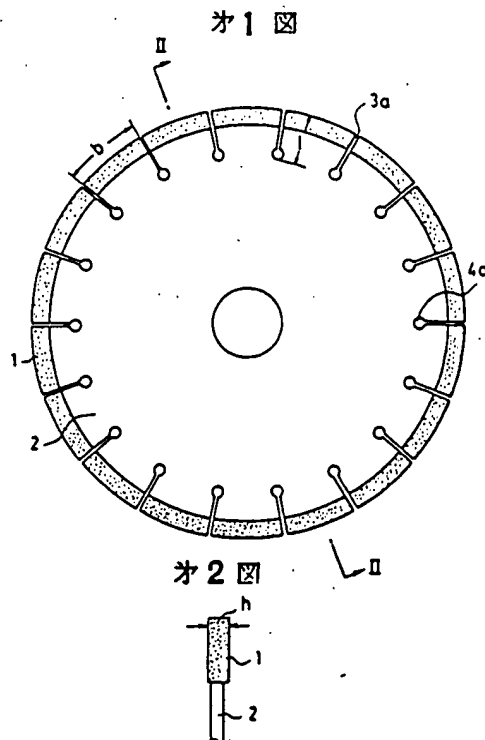
#### 4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明一実施例の平面図、第2図は第1

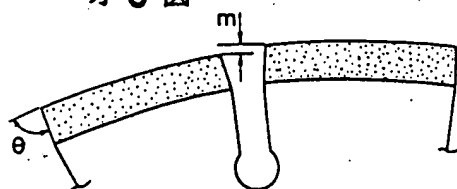
図のII-II線一部拡大断面図、第3図は従来のダイヤモンドソーの平面図、第4図は第3図のIV-IV線拡大断面図、第5図は応力を求めるための説明用一部拡大図、第6図はスクイ角度 $\theta$ と定数Cfの関係を示す線図、第7図はダイヤモンドソーの切削部に生ずる応力の変化を示す線図、第8図、第9図はボンド材料のアームコ鉄の温度と引張り強さおよび伸びとの関係を示す線図、第10図は黄銅の温度と引張り強さおよび絞りとの関係を示す線図、第11図は各ボンド材料の温度と1000時間ラプチュア強度との関係を示す線図である。

- 1…切削層                      2…ホイール基板  
 3, 3a…スリット溝          4, 4a…丸穴

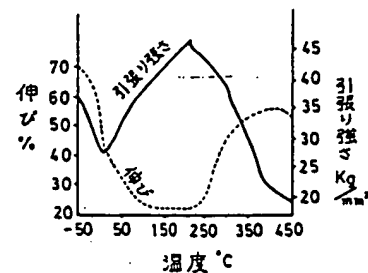
特許出願人      株式会社呉英製作所  
 代理人      弁理士      磯野道造



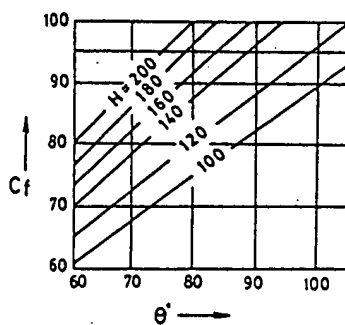
才5図



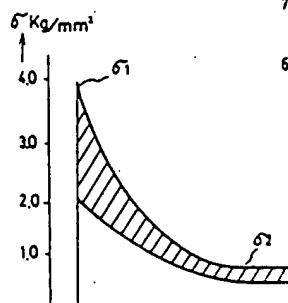
才8図



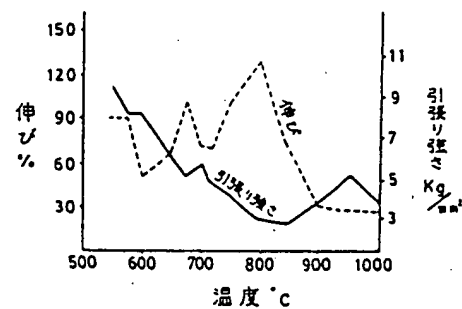
才6図



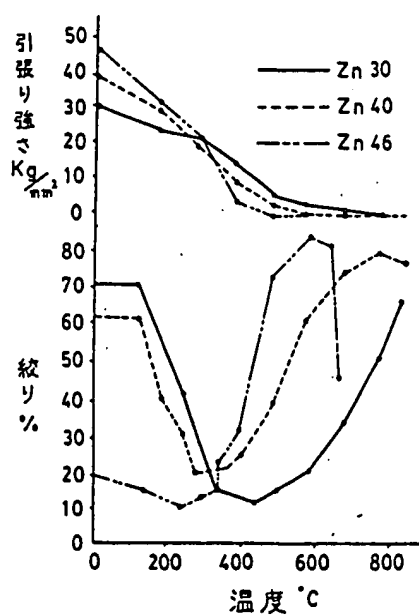
才7図



才9図



才10図



才11図

